

точной для тепловых деформаций, не выносящих геркон в область величины напряженности магнитного поля, при которой происходит отпускание контакта.

При применении постоянного магнита не играет существенной роли, перемещает термочувствительный элемент постоянный магнит или геркон. Если используется магнитное поле пускорегулирующего аппарата, то в таком случае, естественно, термочувствительный элемент в состоянии перемещать только геркон.

Возможен также вариант применения геркона в качестве стартера для зажигания люминесцентной лампы, не требующий его перемещения. Для этого геркон может быть установлен в магнитное поле магнитопровода из термомагнитного материала, намагничиваемого постоянным магнитом, и в тепловом поле обмотки пускорегулирующего аппарата. В этом случае применяется геркон с замыкающим контактом. В исходном состоянии контакт замкнут, поскольку геркон находится в магнитном поле постоянного магнита, концентрируемым магнитопроводом из термомагнитного материала. При нагреве магнитопровода обмоткой пускорегулирующего аппарата до температуры точки Кюри создаваемый постоянным магнитом магнитный поток перестает замыкаться через магнитопровод и геркон оказывается вне магнитного поля. Ускорение нагрева магнитопровода из термомагнитного материала достигается применением нагревателя, включенного последовательно в электрическую цепь подогрева электродов лампы.

1.Партала О.Н. Радиокомпоненты и материалы: Справочник. – К.: Радиоаматор, 1998. – 710 с.

Получено 10.04.2001

УДК 681.58

В.А.ШМАТКОВ, канд. техн. наук

Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт городского хозяйства, г.Киев

В.И.МАЛЬЦЕВ

Харьковская государственная академия городского хозяйства

СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С ТИРИСТОРНО-ИМПУЛЬСНЫМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛЕНИЯ

Рассматриваются вопросы повышения уровня управления техническим состоянием подвижного состава на основе внедрения встроенных и внешних средств диагностирования.

На смену подвижному составу горэлектротранспорта с контактор-

но-реостатной системой управления на рынок Украины с 1998г. поступает отечественный подвижной состав с тиристорно-импульсными системами управления (ТИСУ). Осваивается серийное производство шарнирно-сочлененных троллейбусов К12.03, двухосных К12.04 Киевского завода "Авиант", готовятся к выпуску троллейбусы ЮМЗ с ТИСУ. Происходит переоснащение электроприводов трамвайных вагонов Т-3 на электроприводы с ТИСУ.

Электрический привод подвижного состава с ТИСУ является довольно сложной системой. При его эксплуатации интуитивные методы и ручные способы определения технического состояния оказываются малоэффективными.

Эксплуатационные испытания, проводимые в НИКТИ ГХ Научно-испытательным центром горэлектротранспорта с апреля 1998г. по февраль 2001г., показали, что надежность электронного оборудования ТИСУ низкая. Из девяти наблюдаемых троллейбусов К12.03 отказы по управляющему регулятору RT2.5 были у восьми машин (отказы функциональных плат GZ2.3; PV2.0; NS2.1; GZ2.2; VO4.0); имели место выходы из строя силовых тириستоров TP967F-320, диодов электро-двигателя обдува силовых блоков МТ 7.7, тяговых дросселей и т. д.

Отказы функциональных плат управляющего регулятора в основном обусловлены выходом из строя интегральных микросхем. Отказы последних можно разделить на три группы:

- обусловленные физико-химическими процессами в полупроводнике;
- связанные с процессами на поверхности кристалла;
- зависящие от контактных соединений;
- вследствие низкой эффективности защиты от возрастания тока и перенапряжений.

Наиболее слабым звеном интегральных микросхем являются внутренние соединения контактных площадок на кристалле и выводов корпуса. Нарушения вызывают обрывы соединений электрических цепей. Такие отказы случаются в управляющей части регулятора блока управления. Кроме того, значительная часть отказов связана с нарушением контакта выводов микросхемы с дорожками плат.

Эти отказы имеют перемежающийся характер (отказ то возникает, то исчезает), что усложняет поиск неисправного элемента.

У силовых полупроводниковых приборов (тириستоров и диодов) наибольшая часть отказов обусловлена пробоем (p-n)-переходов. Кроме того, наблюдаются обрывы и пререгорания внутренних выводов, растрескивание кристалла. Такие отказы в большинстве случаев являются вторичным явлением, им предшествуют неисправности в других

цепях ТИСУ.

Наиболее характерными неисправностями (отказами) элементов, не приводящими к немедленной потере работоспособности подвижного состава, но резко повышающими вероятность отказов, являются: обрывы (перегорание) защитных RC-цепей, нарушение обратной связи по напряжению в режиме электродинамического торможения из-за перегорания резисторов, пробой диодов с последующим нарушением теплового режима дросселя. Эти неисправности не проявляются внешне и могут быть обнаружены только в процессе диагностирования. Если их своевременно не ликвидировать, может произойти отказ дорогостоящих элементов ТИСУ.

При обрыве RC-цепи на соответствующем полупроводниковом приборе силового блока в момент коммутации увеличиваются кратковременные (до 15 мкс) пики напряжения, превышающие номинальное напряжение в несколько раз. Это приводит к внезапному выходу из строя тиристора или диода и отказу подвижного состава.

При нарушении обратной связи по напряжению в момент интенсивного электродинамического торможения на большой скорости возможно возникновение кругового огня на коллекторе ТЭД с последующим отказом двигателя. Из-за увеличенного напряжения в цепях в момент торможения возможен также отказ силовых полупроводниковых приборов.

Одной из серьезных неисправностей, которая не проявляется внешне, является уменьшение емкости батарей сглаживающего фильтра из-за нарушения герметичности, пробоя, а затем перегорания части параллельно соединенных конденсаторов или обрыва их внешних соединений. В результате значительно возрастает уровень пульсации напряжения, что приводит в первую очередь к повышению рабочих напряжений на силовых полупроводниковых приборах, а также интенсифицирует износ тягового электродвигателя, вызывает перенапряжения, увеличивает помехи теле- и радиоприема.

Одной из внешних причин отказов элементов ТИСУ является загрязнение плат с одновременным нарушением их защитных пленок. В этом случае, особенно при высокой влажности воздуха возникают ложные токопроводящие перемычки между дорожками плат. Происходит также пробой между радиаторами силовых полупроводниковых приборов при наличии на них загрязнений.

Основным классификационным признаком стратегии управления техническим состоянием объекта или его элементов принято считать выбор решения о проведении восстановительных воздействий. Можно выделить три основные стратегии восстановления элемента:

- после отказа;
- предупредительное восстановление по состоянию – результатам контроля параметров технического состояния;
- предупредительное восстановление по наработке – после выполнения определенного объема работ или срока эксплуатации.

Общезвестными являются преимущества стратегии восстановительных воздействий по состоянию, прежде всего обеспечение требуемого уровня безотказности при минимальных затратах. Однако относительно небольшой период эксплуатации новых троллейбусов с ТИСУ не позволил выявить пределы параметров технического состояния элементов ТИСУ, изменяющиеся по мере наработки и позволяющие прогнозировать остаточный ресурс элементов. Здесь необходима дальнейшая научно-исследовательская работа. В этом направлении проведены исследования на железнодорожном транспорте. Предложен метод контроля технического состояния тиристоров по величине внутреннего электрического сопротивления (авт. свид. №7П1503): в исправном тиристоре внутреннее сопротивление измеряется десятками Ом, а в тиристоре в предотказном состоянии – сотыми долями Ома. В качестве датчиков величины сопротивления рекомендовано использовать пороговые усилители. Диагностирование силовых диодов предложено проводить по двум параметрам – тепловому сопротивлению и обратному току (авт. свид. № 9П890П). Разработаны также другие методы и средства диагностирования тиристоров и диодов: по токам утечки в прямом и обратном направлениях, времени включения тиристоров, времени восстановления полупроводниковых вентиляей и др.

Известные методы контроля технического состояния (остаточного ресурса) силовых полупроводниковых приборов требуют сложной и точной аппаратуры, поэтому пока не могут быть использованы в условиях троллейбусных депо. Не собран еще достаточный статистический материал для обоснования замен некоторых элементов ТИСУ по наработке.

Исходя из этого, наиболее целесообразной на ближайшую перспективу следует считать смешанную стратегию обеспечения работоспособности ТИСУ троллейбусов:

- повысить быстродействие аппаратов (элементов) защиты;
- заменять силовые полупроводниковые приборы после их отказа;
- проводить нетрудоемкие обслуживающие работы в соответствии с существующими правилами технической эксплуатации (обеспыливание, чистку, подтяжку крепежных соединений и т.п.);
- восстанавливать блоки управления и отдельные узлы силовых бло-

ков (RC-цепи) по состоянию – результатам контроля их параметров.

Стратегия диагностирования должна обеспечить контроль с учетом принятой системы восстановления, а именно:

1) при отказе тягового электрооборудования троллейбуса – поиск отказавшего блока, а затем отказавшей платы в блоке управления или отказавшего элемента в силовых блоках. На этом этапе поиска целесообразно применять встроенную диагностику. Так, неисправность в схеме управления определяется при тестовом или функциональном контроле по свечению на панели водителя сигнальной лампы "отказ БУ", а отказавший узел – по соответствующему светодиоду на лицевой панели. Задание тестового контроля осуществляется с помощью тумблера "Диагностика" на панели водителя;

2) при плановом диагностировании ТИСУ – контроль исправности и правильности функционирования на уровне блока управления и элементов силового блока;

3) при диагностировании отказавшей платы – поиск отказавшего элемента, его замена и контроль функционирования блоков производится в агрегатном цехе с использованием средств диагностики, что обеспечивает минимальные затраты времени.

Важным является углубленное диагностирование блоков ТИСУ с целью поиска кроме неисправности элемента, приведшей к отказу троллейбуса, возможного отказа другого элемента, предшествовавшего неисправности первого. Так, замена отказавших тиристоров или силовых диодов без контроля исправности RC-цепи может привести к повторному выходу из строя этих дорогих аппаратов из-за ее обрыва. Такое же диагностирование блоков ТИСУ должно проводиться после отказа ТЭД, силового дросселя и др.

Конструкция блока управления в виде легкокосяемых плат и унификация входных и выходных сигналов исключают необходимость взаимного согласования параметров плат и позволяют заменять платы восстанавливаемых блоков ТИСУ непосредственно на троллейбусе.

Таким образом, при техническом обслуживании и ремонте подвижного состава с тиристорно-импульсными системами управления необходимо рациональное сочетание встроенных и внешних (стационарных) технических средств диагностирования. Применение встроенной диагностики целесообразно при диагностировании на уровне отказавшего блока или платы (модуля).

Локализацию неисправного элемента в плате или силовом блоке целесообразно проводить в условиях лаборатории с применением стационарных технических средств диагностирования, позволяющих с

минимальными затратами времени восстановить работоспособность платы (блока). В перспективе целесообразно создание автоматизированных и автоматических диагностических комплексов, взаимодействующих с ЭВМ, которые будут по разработанной программе оказывать необходимые тестовые воздействия на проверяемый блок, узел, плату, чтобы затем, после анализа реакции объекта контроля на эти воздействия, можно было локализовать неисправность.

Получено 20.04.2001

УДК 629.11.012.55

И.Г.МИРЕНСКИЙ, д-р техн. наук, **О.Ф.БАБИЧЕВА**

Харьковская государственная академия городского хозяйства

ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ФАКТОРОВ НА НАДЕЖНОСТЬ КОЛЕС ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассматриваются факторы, влияющие на ресурс колес безрельсового транспорта.

Пневматическая шина — один из важнейших элементов колес практически всех безрельсовых транспортных средств. Зарубежная практика показала, что в эксплуатации одновременно находятся более 4 млрд. шин, а мировой выпуск шин превысил 800 млн. в год [1]. Пневматическая шина является дорогостоящей и ответственной деталью современного колесного транспорта. От ее технического состояния во многом зависят такие основные характеристики подвижного состава (ПС), как экономичность, управляемость, безопасность и др.

Надежность колес прямо зависит от ресурса пневматических шин, который определяется целым рядом факторов технического характера и внешнего воздействия.

Давление воздуха в шине. Анализ технического уровня эксплуатации шин показал, что только около 20% шин грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов эксплуатируются с нормальным давлением воздуха [1]. При этом предельные отклонения давления достигают 50% от нормативной величины.

Повышение против нормы давления воздуха вызывает неравномерный и увеличенный износ протектора покрышки, а также перенапряжение нитей корда, вследствие чего наступает разрыв каркаса, снижается комфортабельность езды и долговечность деталей подвесок и мостов. В свою очередь, пониженное внутреннее давление в шине приводит к изменению ее профиля, неравномерному распределению его в плоскости контакта шины с опорной поверхностью, повышению напряжений в материале, дополнительному теплообразованию и ин-